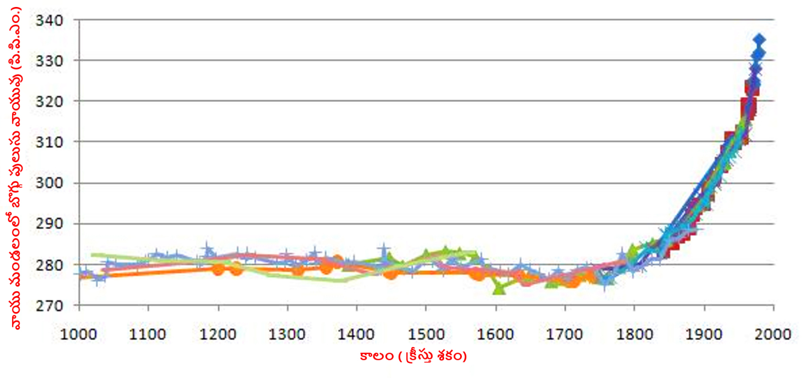
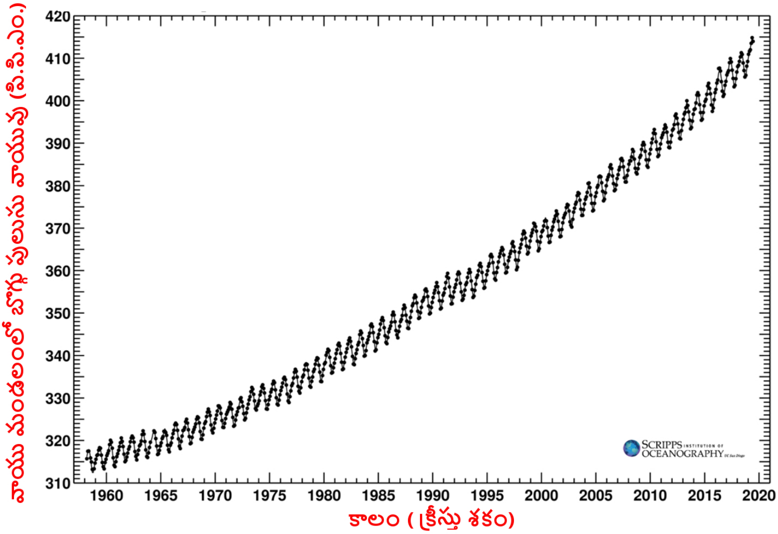
మానవుడు మార్చిన వాయుమండలం

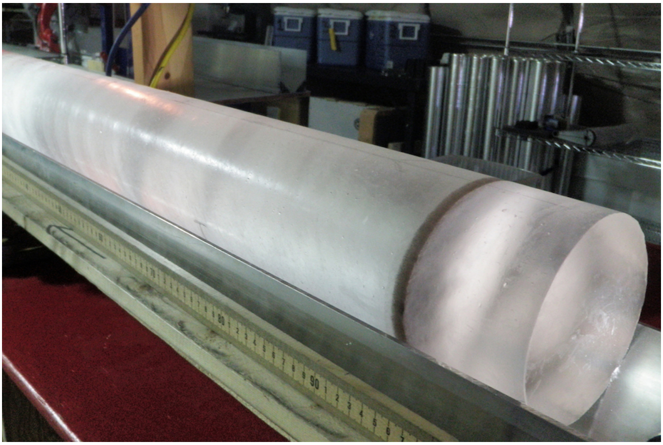


ఇంచుమించు ఎనభై వేల సంవత్సరాల క్రితం ఆఫ్రికా పచ్చిక బయలులో కొద్దిమంది ఆధునిక మానవులు జీవించే వారు. నేటి జనాభా సంఖ్య ఏడు వందల కోట్లు. ముఖ్యంగా క్రితం రెండు మూడు వందల సంవత్సరాలలో జనాభా చాలా వేగంగా పెరిగింది. 1800లో వంద కోట్ల నుంచీ నేటి ఏడు వందల కోట్లకి అంటే ఏడు రెట్లు జనాభా పెరిగితే అదే సమయంలో మానవుల శక్తి వినియోగం సుమారు ముప్పై రెట్లు పెరిగింది. శక్తిని మానవులు బొగ్గు, పెట్రోలియం, పెట్రోలియం వాయువు వగైరాల నుంచి తీసుకున్నారు. వీటి ఉపయోగం వల్ల వాయు మండలంలో బొగ్గు పులుసు వాయువు వేగంగా పెరుగుతోంది; 1800 కి ముందర భూమి వాయు మండలంలో 0.0280 శాతం కంటే తక్కువ ఉంటే 1960 లో సగటున 0.0315 శాతమై 2019 కి 0.041 శాతం కి పెరిగింది. పైన చిత్రంలో ఈ మార్పు స్పష్టంగా కనపడుతుంది. చిత్రంలో శాతాన్ని 10000 తో హెచ్చ వేసి పి.పి.ఎం., పార్ట్స్ పర్ మిలియన్, పది లక్షల లో భాగాలుగా చూపించబడ్డాయి.

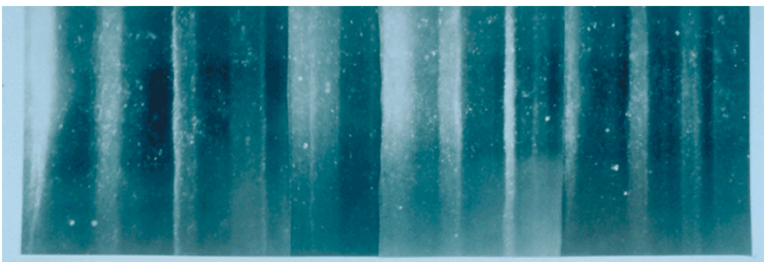
మౌనా లోవా ప్రయోగశాలలో సుమారు డెబ్బై సంవత్సరాలుగా గాలిలో బొగ్గు పులుసు వాయువుని నిరంతరంగా కొలుస్తున్నారు. ప్రశాంత మహాసముద్రం మధ్య ఉన్న ఆ ద్వీపం మీద మూడు వేల మీటర్ల కన్నా ఎక్కువ ఎత్తు ఉన్నందుకు అక్కడి కొలతలు ప్రాంతీయ మార్పులని కాక పూర్తి వాయు మండలం సగటు కొలతలు అని వైజ్ఞానికులు నిర్ధారించారు.

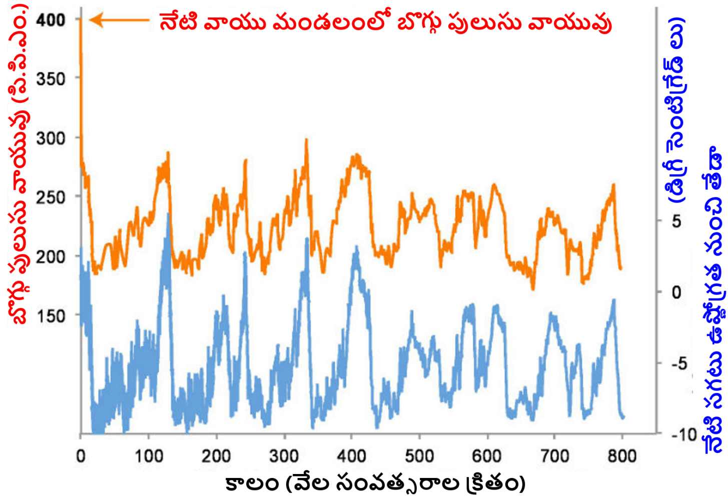


ఈ డెబ్బై సంవత్సరాలలో సగటు బొగ్గు పులుసు వాయువు కొలత ఇంచుమించు 25 శాతం పెరిగింది. పైన చిత్రంలో ఈ మార్పు కనపడుతుంది. ప్రతి సంవత్సరం ఈ కొలత ఎప్రిల్ నెల చివరి నుంచీ అక్టోబరు వరకు సుమారు 1.5శాతం తగ్గుతుంది. మళ్ళీ అక్టోబరు నుంచీ ఎప్రిల్ వరకూ పెరుగుతుంది. దీనికి కారణం భూమధ్యరేఖకి ఉత్తరాన నేల ప్రాంతం ఎక్కువ, దక్షిణాన సముద్ర ప్రాంతం ఎక్కువ ఉండటం. ఎప్రిల్ నెల సమీపంలో దక్షిణ అర్ధ గోళంలో మొత్తం చెట్ల పెరుగుదల కంటే అక్టోబరు నెల సమీపంలో ఉత్తర అర్ధ గోళంలో మొత్తం చెట్ల పెరుగుదల ఎక్కువ. అందుకే చెట్లు ఎక్కువ బొగ్గు పులుసు వాయువు పీల్చటం తద్వారా కొలత కొంచెం తగ్గటం కనపడుతుంది. ప్రకృతిలో అనేక జీవ నిర్జీవ పరిక్రియల వల్ల వాతావరణంలో బొగ్గు పులుసు వాయువు పెరగటమూ తగ్గటమూ జరుగుతాయి. పగలు చెట్లు బొగ్గు పులుసు వాయువు పీలుస్తాయి. రాత్రిపూట కొంతవరకు వదులుతాయి. ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే సముద్రంలో కరిగి ఉన్న బొగ్గు పులుసు వాయువు విడుదల అవుతుంది. ఇలాంటి చాలా చాలా ప్రక్రియల, మానవులు ఉపయోగిస్తున్న ఇంధనాల సమిష్టి ఫలితం మౌనా లోవా ప్రయోగశాల ఫలితాలు.



1800 కి ముందు వాయు మండలంలో 0.0280 శాతం కంటే తక్కువ బొగ్గు పులుసు వాయువు ఉండేది అని ఎలా తెలిసింది? ఉత్తర దక్షిణ ధృవాల దగ్గర శీతాకాలంలో హిమపాతం జరుగుతుంది. వేసవిలో కొంత మాత్రమే కరుగుతుంది. వేలాది సంవత్సరాలుగా మంచు పేరుకుంది. కింద ఉన్న మంచు పైన పొరల బరువు వల్ల గడ్డకట్టి పోతుంది. ఆధునిక యంత్రాలతో ఈ మంచులోకి గొట్టాలని దింపి పొడగాటి మంచు స్థంభాలని వెలికి తీస్తారు వైజ్ఞానికులు. వీటిలో ఏ ఏడాదికి ఆ ఏడాది పొరలు స్పష్టంగా కనపడతాయి. మంచు కురిసినప్పటి గాలి చిన్న బుడగల లాగా ఈ పొరలలో చిక్కుకు పోతుంది. పై చిత్రంలో ఆ మంచు స్తంభాలు కింది చిత్రంలో కొన్ని సంవత్సరాల పొరలూ స్పష్టంగా కనపడతాయి. ప్రయోగశాలలో ఆ పొరలని కరిగించి, బుడగలలోని వాయువులో బొగ్గు పులుసు వాయువూ ఇతర వాయువులూ ఏ పరిమాణంలో ఉన్నాయో కొలవవచ్చు.

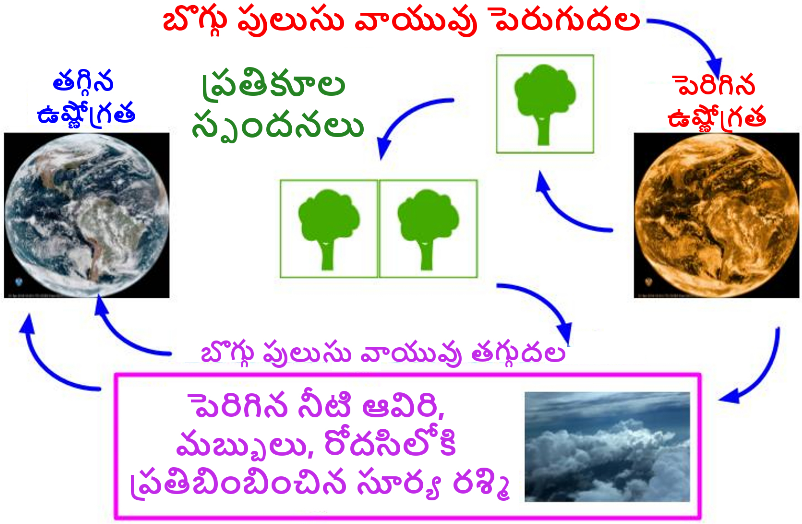




భూమి మీద పెద్ద ఉల్కలు పడినా, అగ్ని పర్వతాలు బ్రద్దలైనా గాలిలో బూడిద ఉంటుంది. అది ఈ మంచు స్తంభాలలో నల్లని పొరలుగా కనపడి గత చరిత్రలో ఆయా సంవత్సరాలని సరిగ్గా గుర్తించటానికి సహాయం చేస్తుంది. బుడగలలోని బొగ్గు పులుసు వాయువుని సీదాగా కొలవవచ్చు. ఆ బుడగల లో ఉన్న ఆక్సిజన్ ఐసటోప్ కొలతలతో అప్పటి సగటు ఉష్ణోగ్రత తెలుస్తుంది. ఈ మంచు స్తంభాల మీద చేసిన కొలతలనీ మౌనా లోవా లాంటి ప్రయోగశాల లోంచి ఈ మధ్య వచ్చిన ఫలితాలనీ సమన్వయం చేస్తే స్పష్టంగా 1750 తరువాత యంత్రాల వాడకంతో పాటు వాయు మండలంలో బొగ్గు పులుసు వాయువు పెరగడం కూడా మొదలు అయ్యింది అని తెలిసిపోతోంది. మంచు స్తంభాల మీది కొలతల వల్ల బొగ్గు పులుసు వాయువు 0.015 నుంచి 0.03శాతం వరకూ పెరిగితే సగటు ఉష్ణోగ్రత -10 డిగ్రీలు నుంచి 5 డిగ్రీలు సెంటిగ్రేడ్ వరకు పెరుగుతుందని పైన ఉన్న చిత్రం తెలుపుతుంది ప్రస్తుతం ధృవాల దగ్గర మాత్రమే సంవత్సరం అంతా మంచుతో కప్పబడి ఉంటుంది. బొగ్గు పులుసు వాయువు మరీ తక్కువగా ఉన్నప్పుడు ఇలా మంచుతో కప్పబడి ఉన్న భాగం భూమధ్యరేఖ వైపు విస్తరిస్తుంది. నీటిలో చాలా భాగం మంచుగా స్థిరపడటం వల్ల సముద్ర మట్టం తగ్గుతుంది. దీనినే

హిమ యుగాలు, ఐస్ ఏజెస్, అంటారు. ప్రస్తుతం బొగ్గు పులుసు వాయువు ఇదివరకు ఎన్నడూ లేనంత ఎక్కువగా ఉన్నది కనుక సగటు ఉష్ణోగ్రత బాగా పెరుగుతుందనీ, మంచు కరగటం వల్ల సముద్ర మట్టం చాలా పెరిగి తీర ప్రదేశాలూ కొన్ని ద్వీపాలూ సముద్రంలో మునిగిపోయే ప్రమాదం ఉంది అని వైజ్ఞానికుల అంచనా. మంచు స్తంభాల నుంచీ దొరికిన ఫలితాల పై చిత్రం చూస్తే వాయుమండలంలో బొగ్గు పులుసు వాయువు పరిమాణం తగ్గితే ఉజ్జాయింపుగా సగటు ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది కానీ ఈ సంబంధంలో చాలా క్లిష్టతా కూడా ఉంది అని తేలికగా అర్థం అవుతుంది.

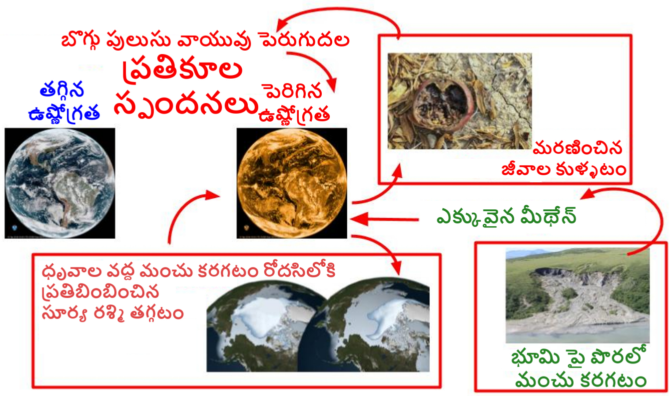
ఈ క్లిష్టతకి మూల కారణం అనుకూల ప్రతికూల స్పందనలే. సగటు ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే చెట్లు కొంచెం తొందరగా ఎదుగుతాయి. ఇందువల్ల చెట్లు ఎక్కువ బొగ్గు పులుసు వాయువు పీలుస్తాయి. ఇందువల్ల ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల తగ్గటానికి కూడా ఆస్కారం వుంటుంది. అందుకే చెట్లు పెంచటం పర్యావరణ సంరక్షణకి ఒక ముఖ్యమైన మార్గమని చాలామంది నమ్ముతారు. ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే ఎక్కువ నీరు అవిరి అవుతుంది. ఆకాశంలో మబ్బులు

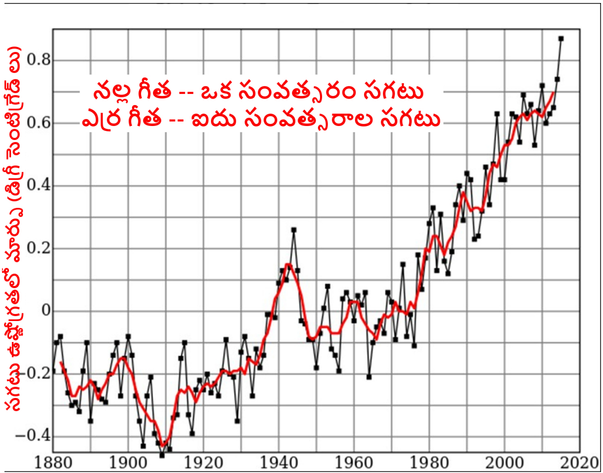


ఎక్కువ అవుతాయి. భూమి మీద పడుతున్న సూర్య రశ్మిలో ఇంకొంచెం భాగాన్ని ఈ మబ్బులు రోదసిలోకి ప్రతిబింబిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ఇవి రెండూ ప్రతికూల స్పందనలకి ఉదాహరణలు. వీటిని క్రితం పేజీ లోని చిత్రంలో చూడవచ్చు.

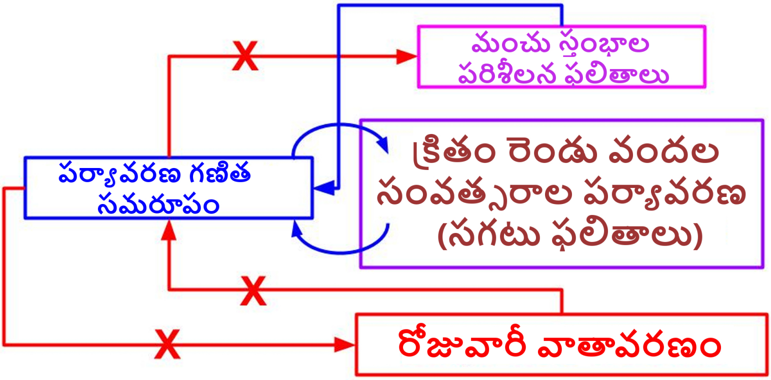
అదే ఉష్ణోగ్రత పెరిగి ధృవాల దగ్గర మంచు కరిగితే సూర్యరశ్మి తక్కువగా ప్రతిబింబించటం జరిగితే ఇంకా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత పెరగటం జరుగుతాయి. ఇది ఒక అనుకూల స్పందన. అలాగే మంచు కరిగి భూమి పై పొరలో లక్షలాది సంవత్సరాలుగా గడ్డకట్టి ఉన్న మీథేన్ విడుదల అయితే, అది సగటు ఉష్ణోగ్రత ఇంకా ఎక్కువ అవటానికి కారణం. ఉష్ణోగ్రత పెరగటం వల్ల మరణించిన జీవాలు ఎక్కువగా కుళ్ళి ఇంకా ఎక్కువ బొగ్గు పులుసు వాయువు విడుదలవటం ఇంకో అనుకూల స్పందన. పర్యావరణలో ఇంకొన్ని స్పందనలు చాలా క్లిష్టంగా ఉంటాయి. ఉదాహరణకు ఉష్ణోగ్రత పెరగటం వల్ల గల్ఫ్ స్ట్రీమ్ వంటి సముద్ర ప్రవాహాలకి కనుక భంగం వాటిల్లితే వాతావరణంలో ప్రమాదకరమైన మార్పులు రావచ్చు.

జీవకణాల లోని బణువులు ఎల్లప్పుడూ రసాయన భౌతిక శాస్త్ర సూత్రాల పరిధిలో ఉన్నా అనుకూల ప్రతికూల స్పందనల క్లిష్టత కారణంగా సమరూప గుంపులని పోల్చి చూడటమే వాటి అధ్యయనానికి ముఖ్య మార్గమని తెలుసుకున్నాం. పర్యావరణం





లోనూ అనుకూల ప్రతికూల స్పందనల వల్ల క్లిష్టత ఉంటుంది. పైపెచ్చు ఉండేది ఒకటే పర్యావరణం. సమరూప గుంపులనేవి లేవు. అంతేగాక ఉష్ణోగ్రత కొలిచినా బొగ్గు పులుసు వాయువు పరిమాణం కొలిచినా, మరేదైనా కొలిచినా అది పర్యావరణంలో ఒక ప్రదేశంలో ఒక సమయంలో చేసిన కొలతే. ఉదాహరణకు ఉష్ణోగ్రతనే తీసుకుంటే ఇరవై నాలుగు గంటలూ అది మారుతూ ఉంటుంది. గరిష్ఠ, కనిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతలు కూడా ప్రతిరోజు మారుతూ ఉంటాయి. వానో మబ్బులో వస్తే అవి మారతాయి. ఋతువులు మారితే మారతాయి. అనుకోకుండా అగ్ని పర్వతం బద్ధలైతే నెలల తరబడి మారతాయి. భూమి సగటు ఉష్ణోగ్రత పెరగటం అంటే ఏమిటి? గరిష్ఠ, కనిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతలకి సగటు విలవని అ రోజు ఉష్ణోగ్రతకి ఒక విధమైన ప్రతినిధిగా ఎంచవచ్చు. ఇలాగే అనేక చోట్ల ఉష్ణోగ్రతల సగటు విలువ భూమి సగటు ఉష్ణోగ్రతగా వైజ్ఞానికులు భావిస్తున్నారు. కానీ ఒక సంవత్సరం సగటూ ఐదు సంవత్సరాల సగటూ పైన చిత్రంలో చూపిన విధంగా పూర్తిగా ఏకీభవించవు. ఇలా గణించిన సగటు ఉష్ణోగ్రత మాత్రం క్రితం నూట పాతిక సంవత్సరాలలో సుమారు ఒక డిగ్రీ సెంటిగ్రేడ్ పెరుగుదల చూపిస్తోంది. మంచు స్తంభాలపై కొలతలతో దీనిని త్రైపారు చేసి వాయు మండలంలో బొగ్గు పులుసు వాయువు పెరుగుదలే దీనికి కారణం అనటం పూర్తిగా సమంజసమే.



పర్యావరణంలోని అనేక అనుకూల ప్రతికూల స్పందనలకి గణిత సూత్రాల రూపం ఇచ్చి పూర్తి పర్యావరణానికి ఒక గణిత సమరూపం వైజ్ఞానికులు తయారుచేసారు. ఈ శతాబ్దం చివరికి సముద్రమట్టం పెరిగి ఇన్ని కోట్ల చదరపు కిలోమీటర్ల భూమి జలమయ మౌతుంది; ఇన్ని కోట్ల చదరపు కిలోమీటర్ల మేరకు సాగుబడిలో ఉన్న భూమి ఎడారి అవుతుంది; ఇన్ని భయంకర తుఫానులు వస్తాయి, ఇన్ని లక్షల జీవరాసులు అంతరించి పోతాయి వగైరా సంచలనం కలిగించే వార్తలు అన్నీ ఈ వాతావరణ ప్రతిరూపం ఆధారంగా గణించిన సంఖ్యలే. కానీ ఈ ప్రతిరూపం పునాదులు అంత ధృడంగా లేవు. ఏ స్పందన యొక్క గణిత సూత్రమూ ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్రానికి విరుద్ధంగా కనపడదు. కానీ భూమి పర్యావరణం తప్ప మిగతా కొలతలతో వాటిని సరిచూడలేము. ఉన్నది ఒకే పర్యావరణమని ముందే తెలుసుకున్నాము. అన్నిటికన్నా ముఖ్యంగా గణిత సమరూపం యొక్క పరిమితులు తెలుసుకోవాలి. పై చిత్రంలో చూపినట్లు ఈ గణిత సమరూపం రోజువారీ వాతావరణాన్ని, మంచు స్తంభాల పరిశోధనా ఫలితాలని కానీ గణించ లేదు.

పైపెచ్చు భూమి పర్యావరణానికి సంబంధించిన కొలతలు అన్నీ సగటు లెక్కలని కూడా ఇంతకుముందు చూసాము. ఈ సగటులకి విలువ ఉందా? గరిష్ఠ, కనిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతలలో మార్పు లేకపోతే చాలా? సగటు మారదు. కానీ ఆ గరిష్ఠ లేదా ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువ

సేపు లేదా తక్కువ సేపు ఉంటే జీవరాసుల మీద ప్రభావంలో చాలా తేడా ఉంటుంది. ప్రతిరోజూ రెండు మిల్లీమీటరు వాన తుంపర పదిరోజుల పాటు పడటమూ ఒక రోజు రెండు సెంటీమీటర్లు వాన పడటమూ సమానమా? సగటు ఒకటే మరి. ప్రతిరూపం పునాదులే అంతంతమాత్రం. అధిక సంఖ్యలో మానవులు తమ తమ సుఖ జీవనం కోసం బొగ్గు, పెట్రోలియం, పెట్రోలియం వాయువు వగైరాలు విపరీతంగా ఉపయోగించటం వల్ల పర్యావరణం లో మార్పులు వస్తాయని మాత్రమే మనం ధృడంగా విశ్వసించవచ్చు. ఆ మార్పులని ఉజ్జాయింపుగా తెలుసుకోగలం ఖచ్చితంగా కొలిచి, నిర్దిష్టంగా నిరూపించలేము. మంచు స్తంభాల మీద చేసిన పరిశోధనల ఫలితాలు చూసిన తర్వాత అందరు మానవులు తక్షణమే అన్ని రకాల ఇంధనాల ఉపయోగమూ ఇప్పటికిప్పుడు ఆపివేసినా సగటు ఉష్ణోగ్రతలోనూ సముద్రతలంలోనూ వస్తున్న పెరుగుదల సమీప భవిష్యత్తులో తగ్గుతాయని నమ్మలేము.

ఇక ఈ గణిత ప్రతిరూపం ఆధారంగా ప్రభుత్వాలకి వైజ్ఞానికులు ఇస్తున్న సలహాలకీ ప్రణాలికలకీ అసలు పునాదులే లేవు. ఈ ప్రణాళికలు పన్నులు విధించటం, కొన్ని కొన్ని పరిశ్రమలని నిషేధించటం, మరికొన్నిటికి ఆర్థిక సహాయం చేయటం వగైరా ప్రభుత్వ చర్యల మీద ఆధారపడతాయి. ఈ యొక్క ప్రణాళికలు ఆశించిన పరిణామాలకి దారితీస్తాయని మనం నమ్మలేము. ఈ సలహాలకు ఆధారమైన గణాంకాలకి విశ్వసనీయత లేనే లేదు. పర్యావరణ విజ్ఞానంలో తలెత్తిన సగటు కొలతల సమస్య ఆర్థిక, సమాజిక శాస్త్రాలలో ఇంకా తీవ్రతరం అవుతుంది. ఇకముందు సగటు కొలతల గురించీ కొలతల విశ్వసనీయత గురించీ కొన్ని మౌళికమైన విషయాలను తెలుసుకుందాం.